

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-21530

⑬ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)1月29日

G 01 L 5/16

7409-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全11頁)

⑮ 発明の名称 力検出装置

⑯ 特 願 昭61-166391

⑰ 出 願 昭61(1986)7月15日

⑱ 発 明 者	泉 耕 二	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑱ 発 明 者	江 口 裕 俊	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑱ 発 明 者	木 村 裕 治	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑱ 発 明 者	太 田 英 一	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑱ 発 明 者	海 老 豊	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	株式会社リコー内
⑲ 出 願 人	株 式 会 社 リ コ ー	東京都大田区中馬込1丁目3番6号	
⑳ 代 理 人	弁 理 士 柏 木 明		

明 細 書

1. 発明の名称 力 検 出 装 置

2. 特許請求の範囲

1. 中心部と周辺部とのいずれか一方を支持部とし他方を作用部とし、これらの両者間に検出面を形成し、この検出面よりも前記中心部と前記周辺部との剛性を大きくした平板状起歪体を形成し、この平板状起歪体の前記検出面にこの検出面の機械的変形により電気抵抗を変化させる検出素子を形成したことを特徴とする力検出装置。

2. 複数の検出素子を同一平面内に形成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の力検出装置。

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は、たとえばロボット用力覚センサやマ

シマシマインターフェースとしての三次元入力装置等を利用される力検出装置に関するものである。従来の技術

従来の力検出装置は、外力が印加されることにより弾性変形する起歪体にこの起歪体の機械的変形により電気抵抗を変化させる複数の検出素子を形成し、これらの検出素子の電気的抵抗変化を電気的信号として取り出して外力の強さを検出しているものである。

一般に、この種の力検出装置において、外力は一定の一点に作用するものであり、その作用点におけるX、Y、Z座標系の力 F_x 、 F_y 、 F_z とモーメント M_x 、 M_y 、 M_z との独立した各成分力は第14図に示すように作用しているものである。

このような各成分力を検出するために、力検出装置の起歪体を立体的なブロック構造に形成し、外力を多軸力成分として分離検出するようにしたものがある。この構造は実公昭54-11903

号公報、実公昭54-21021号公報、特開昭59-95433号公報、特開昭61-57825号公報、特開昭61-79129号公報等により開示されている。とくに、前述の作用点におけるX、Y、Z座標系の力 F_x, F_y, F_z とモーメント M_x, M_y, M_z との独立した各成分力の検出面、すなわち、ストレンゲージの貼付面は、成分力に垂直な面を用いていることに特徴があるものであり、起歪体は前述のようにブロック構造としての三次元的な構造にならざるを得ないものである。

このような構造のものにおいては、起歪体の製作手段が切削加工や放電加工であり、ブロック状の素材から製作しなければならないものである。そのため、加工が困難かつ煩雑である。また、各成分の力検出要素毎にストレンゲージによる検出素子を貼着し、これらの電氣的接続はブリッジ結合されるのが一般的であるので、リード線のはいまわしが煩雑であり、コンパクト化や低コスト化

をすることが難しく、量産性が低いと云う問題点を有しているものである。

また、外力を多軸成分として分離するために構造物やプレートを組合せて立体的なブロックを形成しているものも存し、この構造のものは特開昭61-83929号公報に開示されている。このような構造のものにおいては、各成分毎の検出体がビス等により締結されているため、再現性に乏しいと云う問題がある。すなわち、締結部の変形によりヒステリシスや非線形性が生じることになる。

さらに、別の構造のものとしては、特開昭60-221288号公報に、いわゆる8角応力リングが開示されている。このような8角応力センサにおいては、外力が一方向の圧覚センサとしては使えるが、多軸力用としては使用することができないと云う問題点がある。

目的

本発明は、起歪体の製作が容易であり、検出素子の形成も簡単に行うことができる力検出素子を得ることを目的とする。

構成

本発明は、剛性の高い中心部と周辺部との間に検出面を形成した平板状起歪体を形成し、前記中心部と前記周辺部とのいずれか一方を支持部とし他方を作用点とするとともに前記検出面に検出素子を形成する。これにより、起歪体は平板状であるため、その製作時に僅かな切削加工をするだけで形成することができ、また、ファイブランギング等のプレス加工や鋳造もしくは射出成形による加工も可能であり、しかも、検出面を平面に形成することにより、検出素子の形成を薄膜半導体を用いて行うことができるように構成したものである。

本発明の第一の実施例を第1図乃至第13図に基づいて説明する。まず、平板状起歪体1はリン

グ状に形成された厚さが厚くて剛性の高い周辺部2を有し、この周辺部2には同一円周上に位置して厚さ方向に貫通した8個の取付孔3が形成されている。この周辺部2は図示しない固定部に固定される支持部4とされている。

また、中央には厚さが厚い円板状の中心部5が形成され、この中心部5には4個の取付孔6が厚さ方向に貫通して形成されている。この中心部5には、図示しない部材が取付けられ、この中心部5は外力を受けるための作用部7とされている。

さらに、前記支持部4と前記作用部7との間には厚さの薄い平板部8が形成され、この平板部8の表面は検出面9とされている。このような平板部8には比較的直径の大きい8個の穴10が等間隔に形成されている。これらの穴10により内外周を連結する8本のアーム11が放射状に形成されている。これらのアーム11はそれらの中心部分において最も幅の狭い幅狭部12とこの幅狭部

12の両端に位置して略台形の拡開部13とよりなるものである。そして、X軸方向とY軸方向とX軸及びY軸に対して45度の角度を持つZ軸方向とに沿うように前記アーム部11を位置決めしている。

ついで、前記X軸上における前記拡開部13には Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 と表示されたストレンゲージによる検出素子14が形成されている。これらの検出素子14の内、前記 Y_1, Y_2 とは外側の拡開部13に位置し、前記 Y_3, Y_4 とは内側の拡開部13に位置している。そして、これらの検出素子14は第5図に示すようにブリッジ結合されており、 Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 なる検出素子14のバランスが崩れた時には出力 V_y が発生するように接続されている。

また、前記X軸と直交する前記Y軸上における前記拡開部13には X_1, X_2, X_3, X_4 と表示されたストレンゲージによる検出素子14が形成され

が発生するものである。

前述のように位置決めされた検出素子14は、微膜技術により形成されているものである。すなわち、前記平板状起歪体1はアルミニウム合金またはステンレス鋼により形成されているものであるが、まず、その検出面9にはパツファ層が堆積形成される。このパツファ層として具体的には、SiN、あるいは内部応力の少ない $a-Si:H$ 膜を2000~10000Å プラズマCVD法にて作成する。つぎに、このパツファ層の上に半導体薄膜をその厚さが5000~20000Å になるように積層し、さらに、電極材料となる高導電材料（たとえば、Al、Ni-Cr、Mo等の金属薄膜）を2000~5000Åの厚さをもって順次積層する。具体的には、半導体薄膜としては、プラズマCVD法あるいは光励起CVD法で作成した $\mu C-Si$ （マイクロクリスタルシリコン）か、 $n^+a-Si:H$ を使用し、電極材料としてはAl-Si（Si:2~3wt%）を蒸着法

している。これらの検出素子14の内、前記 X_1, X_2 とは外側の拡開部13に位置し、前記 X_3, X_4 とは内側の拡開部13に位置している。これらの検出素子14は第6図に示すようにブリッジ結合されており、 X_1, X_2, X_3, X_4 なる検出素子14のバランスが崩れた時には出力 V_x が発生するように接続されている。

さらに、X軸及びY軸に対して45度の角度を持つZ軸上に位置する前記拡開部13には、 $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7, Z_8$ と表示した8個の検出素子14が形成されている。これらの検出素子14の内、 Z_1, Z_2, Z_3, Z_4 は外側の前記拡開部13に位置し、 Z_5, Z_6, Z_7, Z_8 は内側の前記拡開部13に位置している。これらの検出素子14は第7図に示すように接続されている。すなわち、 Z_1, Z_2 と Z_3, Z_4 と Z_5, Z_6 と Z_7, Z_8 とがそれぞれユニットになってブリッジ結合されており、これらのバランスが崩れた時には出力 V_z

あるいはスパッタリング法によつて作成する。

つぎに、電極材料をフォトリソ、エッチング工法によつて所定の形状にパターン化する。エッチングとしては、ウエット法、ドライ法とがともに形状的には問題がないが、素子特性に対する影響を避けるためには、ドライエッチが望ましい。また、 $a-Si:H$ の場合、プラズマエッチング装置によりCF₄-O₂（3~20wt%）の混合ガスを使用することで再現性、精度とも良好なエッチングが可能である。

また、 $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$ の力の6成分の検出と検出素子14のブリッジ回路とを必要とすることから配線密度が高くなるため、多層配線としなければならない。そのために、層間絶縁材料、例えば感光性ポリイミドあるいはSiNを積層する。感光性ポリイミドを使用する場合には、ロールコータあるいはスピナーによつて塗布し、フォトリソ、エッチング工程によりコンタクトホ

ール部を作成する。SiN.の場合には、プラズマCVD法によって成膜をし、レジスト塗布後にフォトリソ、エッチング工程によりコンタクトホール部を作成する。

さらに、第2次電極材料(例えばAl、Ni-Cr、Mo等)をこの上に積層し、フォトリソ、エッチング工程により所定の配線及びパッド部を形成する。

つぎに、耐湿性の向上及び機械的損傷の防止のためのパシベーション膜として、例えばバリレンあるいはSiO₂、Si₃N₄を堆積形成する。

このような検出素子14の形成手段に対して、第1次電極パターン、層間絶縁部、第2次電極パターンを先に形成しておくこともできる。このようにすることにより、この工程までの不良品を除外することができ、最終工程での歩留まりを向上させることができるものである。検出素子14部分での不良モードは、第1次及び第2次電極パタ

のショート、断線が25%であり、層間絶縁部の絶縁不良によるショート、コンタクトホール不良品による断線が20%程度であり、この工程までの不良が大半を占めている。そのため、早い工程段階でこれらの不良を除外できる効果は大きいものである。

また、半導体薄膜の堆積形成の際に、必要な部分だけに開口部を設けたメタルマスクを使用して所定の位置だけに半導体薄膜を形成するようにしても良い。これにより、半導体薄膜のフォトリソ、エッチング工程が不用となり、プロセスが簡略化でき、低コストで検出素子14部分の製造が可能になる。

このような構成において、第8図(a)(b)に基づいて平板状起歪体1の検出原理について説明する。まず、第8図において、ビームまたはプレートによる起歪体15が固定部16と可動部17との間に取付けられており、この起歪体15の上下面に

は中心からの距離を等しくして検出素子としてのストレンゲージ18が設けられている。そして、第8図(a)に示す状態は可動部17に負荷が加えられていない状態であり、第8図(b)に示す状態は、Fなる下方への負荷が印加されて可動部17が下方へ移動した状態である。このとき、起歪体15は固定部16側の上面が伸び、下面が縮小し、可動部17側の上面が縮小し、下面が伸びている。すなわち、ストレンゲージ18には絶対値が等しく符号+-が逆の歪が発生してそれに応じた抵抗変化をする。一般にこの4枚のストレンゲージ18をブリッジ結合して感度を4倍にして出力を取り出すようにしている。

つぎに、第9図に示すものは、本実施例における平板状起歪体1と同様な断面のものであり、周囲の支持部4は図示しない固定部に固定され、中心の作用部7に外力が作用するものである。いま、第9図(a)は作用部7に荷重が作用していない状

態であり、第9図(b)はF_zなる垂直荷重が作用している状態である。この状態においては、中心の作用部7から片側は前述の第8図(b)に示す状態と同様であり、内側の二つの検出素子14は縮み(-)、外側の二つの検出素子14は伸び(+)ているものである。第9図(c)に示す状態は作用部7にモーメントMが作用した状態である。この状態においては、左右で反対称の撓状態を示し、内側と外側との検出素子14のそれぞれの撓状態が逆の符号を示す状態になっている。

このような検出原理を示す平板状起歪体1において、支持部4と作用部7とが平板部8よりも剛性が高く、しかも、支持部4、作用部7、平板部8が一体的に形成されていることが重要な要件である。すなわち、支持部4と作用部7とには固定部及び荷重検出体が結合されるものであるが、これらの締結部に外力による変形又は遊びが生じることがあると出力にヒステリシスが生じたり、非

線形性が生じたりする。そのため、支持部4と作用部7とが平板部8よりも剛性が高く、しかも、支持部4、作用部7、平板部8が一体的に形成されていることにより、ヒステリシスの発生や非線形性が発生したりすることがない。また、締結部としての支持部4と作用部7とには、ねじ締め等による応力が発生して検出面9に歪を発生させ易いものであるが、これらの支持部4と作用部7とは平板部8よりもはるかに剛性が高いので、検出素子14に他部材の締結を原因とする歪が発生することがない。

一般に、中心に位置する作用部7にはZ軸方向に突出する感圧部材が取付けられるものであるが、その感圧部材の先端に F_x なる力が作用したとすれば、作用部7では M_y なるモーメントになり、感圧部材の先端に F_y なる力が作用したとすれば、作用部7では M_x なるモーメントとなる。そのため、 M_y 、 M_x 、 F_z の三つの外力が代表的なもの

すような変形モードとなり、 Y_1, Y_2, Y_3, Y_4 と表示された検出素子14がそれぞれ変形し、第5図に示すブリッジ回路の出力 V_y がモーメント M_y に応じた値を示す。さらに、 F_z 成分検出部は、第11図(c)(d)に示すような変形モードとなり、 $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7, Z_8$ と表示した8個の検出素子14がそれぞれ変形する。しかしながら、この変形度合いが小さいこと、その出力は第7図に示すブリッジ回路により求められることによりほとんど「0」になる。すなわち、 Z_1 と Z_2 、 Z_3 と Z_4 、 Z_5 と Z_6 、 Z_7 と Z_8 の伸び縮みの変形の方法は各々逆方向であり、第7図に示すブリッジ回路において各辺の合成抵抗がそれぞれ相殺されて「0」になるため、出力 V_z は「0」になる。

つぎに、モーメント M_x のみが作用する状態は、第12図(a)(b)(c)(d)に示されるが、この場合は M_x 成分検出部の出力 V_x が発生し、 M_y 成分検

となる。

この応力関係を第10図に基づいて説明する。まず、検出面9の中心に作用点 O_1 が存し、この作用点 O_1 に高さ L の感圧部材が取付けられ、この感圧部材に対して外力が作用点 O_1 に作用するものとする。そこで、感圧部材の作用点 O_1 に働く F_x, F_y, F_z, M_x, M_y の成分は、検出面9の作用点 O_1 では、 F_z, M_x, M_y の3成分力として検出されるものである。

つぎに、第11図ないし第13図に基づいて平板状起歪体1に外力が作用した代表的な状態について説明する。まず、作用力として作用部7にモーメント M_y のみが作用する状態を第11図(a)(b)(c)(d)に示す。このとき、第11図(a)に示すように M_x 成分部においては変形がなく、 X_1, X_2, X_3, X_4 の検出素子14により構成された第6図に示すブリッジ回路の出力 V_x は「0」である。また、 M_y 成分検出部は、第11図(b)に示

出部の出力 V_y は「0」となる。また、 F_z 成分検出部の出力 V_z については、前述の第11図(c)(d)における場合と同様な理由により「0」となる。

さらに、力 F_z のみが作用する場合は、第13図(a)(b)(c)(d)に示されるが、 M_x 成分検出部においては、 X_1, X_2 が+側の変形であり、 X_3, X_4 が-側の変形であり、第6図に示すブリッジ回路の出力 V_x は「0」である。また、 M_y 成分検出部の出力 V_y も同様な理由で「0」である。一方、 F_z 成分検出部の出力 V_z は一個の検出素子14の8倍の出力が得られる。

このような第11図ないし第13図の出力状態をまとめると、第1表に示すようになる。

第1表

		M_y	M_x	F_z
Mx成分検出部	X_1	0	+	+
	X_2	0	+	+
	X_3	0	+	+
	V_x	0	-	0
My成分検出部	V_y	-	0	+
	Y_1	+	0	+
	Y_2	+	0	+
	V_y	+	0	+
Fz成分検出部	Z_1	-	+	+
	Z_2	+	+	+
	Z_3	+	+	+
	Z_4	+	+	+
	Z_5	+	+	+
	Z_6	+	+	+
	Z_7	+	+	+
	V_z	0	0	V_z

このように最大感度の方向の変形を歪ゲージとしての検出素子14により検出し、他の干渉成分はブリッジ回路によりその出力を「0」とすることが可能になった。

つぎに、平板状起歪体1の平板部8に穴10を形成したことにより、各成分の応力分離が良好に行われている。例えば、平板部8に穴10がなく

形状をしている。そして、円周方向に対しては、隣合う拡張部13と互いに分離された形をしており、前述のように円周方向の曲げ応力による干渉が生じない状態になっている。しかも、拡張部13はアーム11部分の基部に位置しているので、動径方向の曲げ応力が発生し易い部分であり、外力により発生する歪の検出には適当な位置である。さらに、拡張部13に発生する曲げ応力の分布を見ると、アーム11の基部における前記拡張部13においては、その応力分布が比較的均一であり、しかも、干渉が少ない。そのため、検出素子14をストレングージとして平板状起歪体1に貼付する場合、多少の位置ずれがあつても歪検出の精度のバラツキがなく、これにより多少の位置ずれは許容されることになり、貼付位置の精度に対して厳しい条件を付ける必要がないものである。

つぎに、平板状起歪体1の平板部8に8個の穴10が形成されていることにより、X軸とY軸と

て円形ダイヤフラムにより形成されているものとすれば、作用部7に外力が作用した時、平板部8に生じる曲げ応力は動径方向に生じることはもちろんのことであるが、周方向にも略同程度の応力が生じてしまうものである。この周方向の応力の発生は各成分毎に検出する場合、他の成分に大きく干渉する。しかしながら、前述のように中心から等距離で円周上に等間隔で複数の穴10が形成されていることにより、平板部8に発生する周方向の曲げ応力を小さくし、歪の発生を主として動径方向にのみ表われるようにしている。このような作用により、各成分の応力の干渉がなく、その応力分離が良好に行われるものである。

また、平板状起歪体1の平板部8に形成された穴10によりアーム11が形成され、このアーム11の拡張部13に検出素子14が位置している。この拡張部13は互いに隣合う二個の穴10により形成されているものであり、略台形に近似した

の動径方向に対して、それらと45度の角度を持つ位置に $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6, Z_7, Z_8$ なる検出素子14を配設することが可能になる。このような検出素子14の配設により、第1表に示すようにFz成分の検出が良好に為され、しかも、 M_x, M_y 成分の検出時にその成分以外の検出値を有効に消去することができるものである。

ついで、第15図に基づいて本発明の第二の実施例を説明する。本実施例は前述の第一の実施例と同様な構成が採用されている他に、平板状起歪体1の穴10の側面19に検出素子14を貼付したものである。すなわち、X軸に沿ったアーム11の側面19には F_y 検出用の検出素子14が貼付され、Y軸に沿ったアーム11の側面19には F_x 検出用の検出素子14が貼付され、X軸及びY軸と45度の角度をなすアーム11の側面19にはモーメント M_z 検出用の検出素子14が貼付されている。したがって、本実施例によれば、X

軸回りのモーメント M_z も検出することができるものである。

なお、前記の各実施例においては、平板状起歪体1を円板状のものとして説明したが、その外周形状は円板状に限られるものではなく、正形状、矩形状、多角形状その他の任意の形状により形成することが可能である。

また、平板状起歪体1の平板部8に穴10を形成したものについて説明したが、前述のように各応力の干渉を許容した簡易形のものでよい場合には、それらの穴10を形成することなく、ダイヤフラム形状としておいてもよいものである。

さらに、検出軸の方向に関しては、前記実施例のように X 、 Y 、 Z の三方向をすべて検出するものとせず、例えば X 軸と Y 軸との二方向だけの検出を行うものとして構成してもよいものである。

効果

本発明は、上述のように中心部と周辺部とのい

ずれか一方を支持部とし他方を作用部とし、これらの両者間に検出面を形成し、この検出面よりも前記中心部と前記周辺部との剛性を大きくした平板状起歪体を形成し、この平板状起歪体の前記検出面にこの検出面の機械的変形により電気抵抗を変化させる検出素子を形成したので、平板状起歪体の製作がきわめて容易であり、しかも、従来のブロック状のものであれば製作することができない工法を採用することができ、検出素子も薄膜半導体を利用して形成することができ、これにより、均等な性能を有する検出素子の配列を行うことができ、それらの位置も正確になり、とくに、各成分毎のブリッジ化をする複雑なリード線の配線が容易になる等の効果を有するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の第一の実施例を示す斜視図、第2図はその平面図、第3図は第2図におけるA

出素子

—A線部の断面図、第4図は第2図におけるB—B線部の断面図、第5図は M_y 成分検出部のブリッジ回路を示す電気回路図、第6図は M_x 成分検出部のブリッジ回路を示す電気回路図、第7図は F_z 成分検出部のブリッジ回路を示す電気回路図、第8図は検出原理を示す側面図、第9図は平板状起歪体に外力が作用した状態の検出原理を示す側面図、第10図は作用部に作用する力の状態を示す斜視図、第11図はモーメント M_y が作用した時の平板状起歪体の変形状態を示す側面図、第12図はモーメント M_x が作用した時の平板状起歪体の変形状態を示す側面図、第13図は力 F_z が作用した時の平板状起歪体の変形状態を示す側面図、第14図は外力の作用した場合の各成分力を示すベクトル図、第15図は本発明の第二の実施例を示す斜視図である。

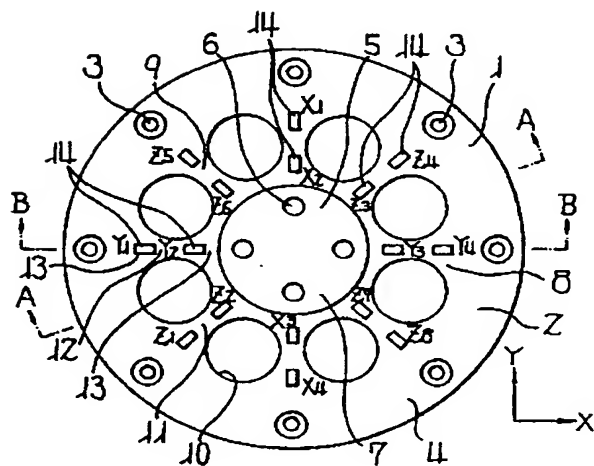
1…平板状起歪体、2…周辺部、4…支持部、5…中心部、7…作用部、9…検出面、14…検

出 願 人 株式会社 リコー

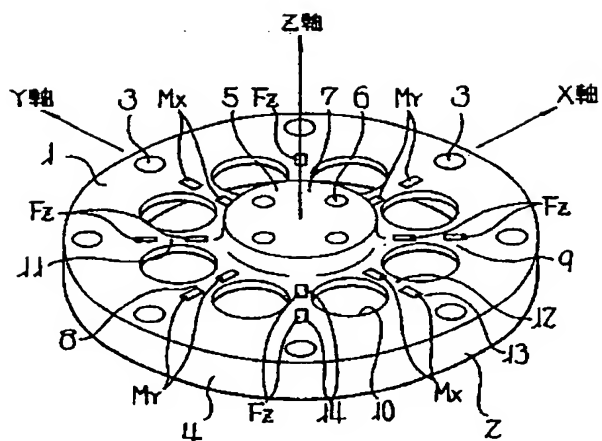
代 理 人 柏 木



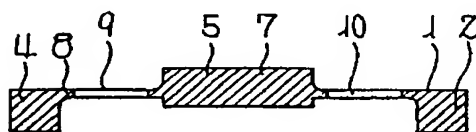
第2図



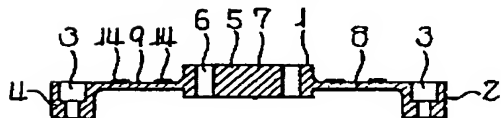
第1図



第3図

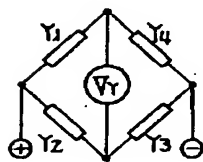


第4図

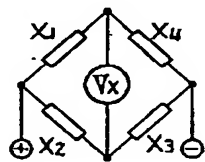


第5図

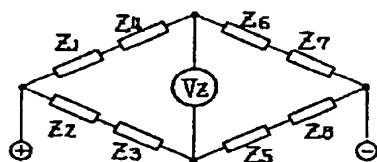
第6図



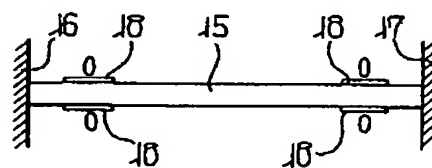
第7図



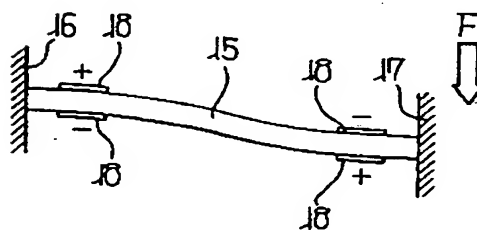
第8図



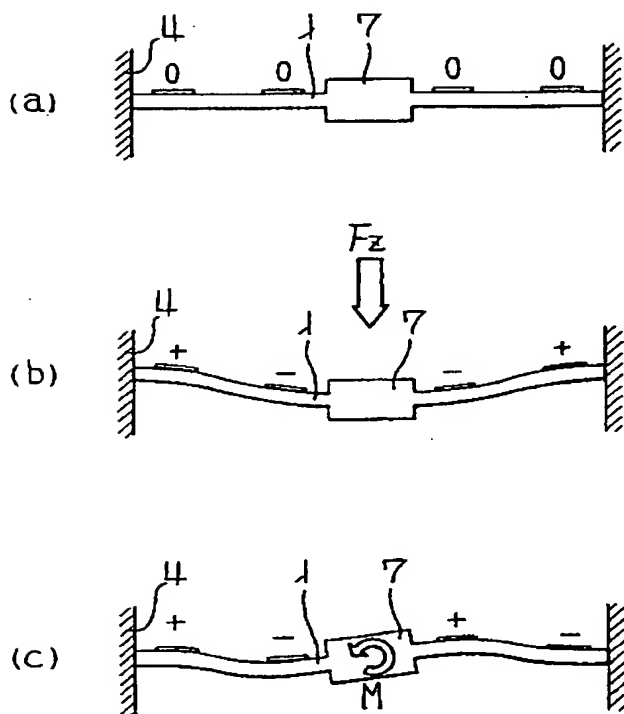
(a)



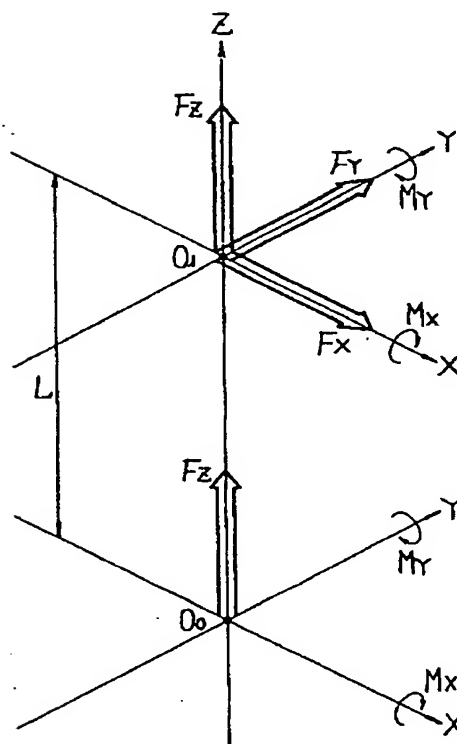
(b)



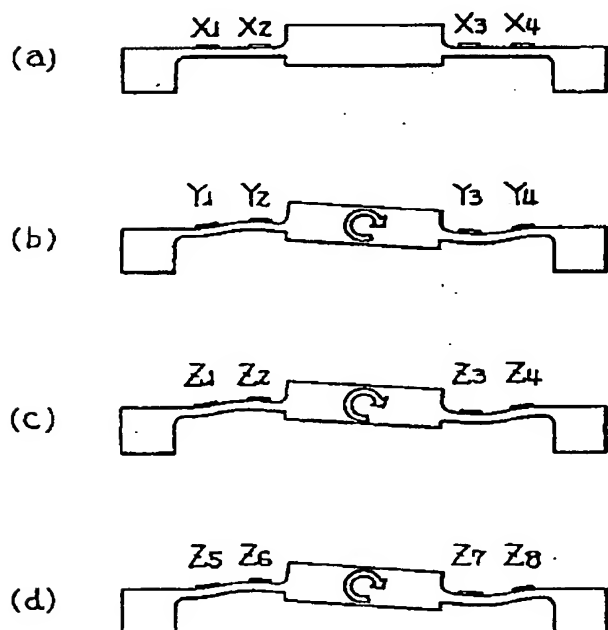
第 9 図



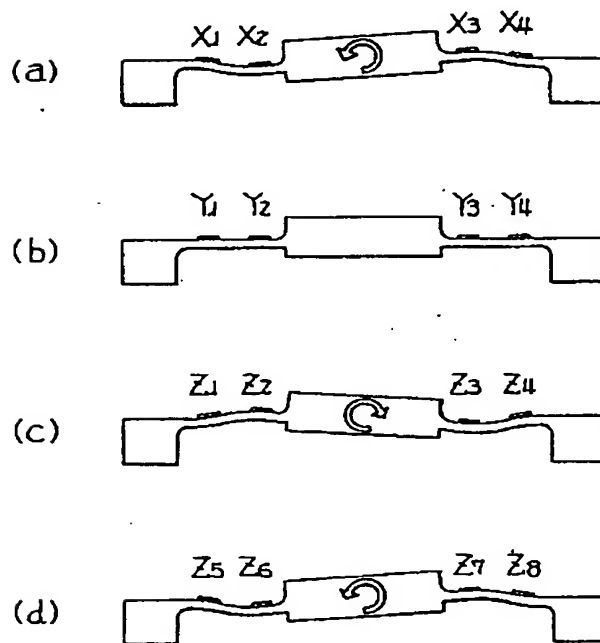
第 10 図



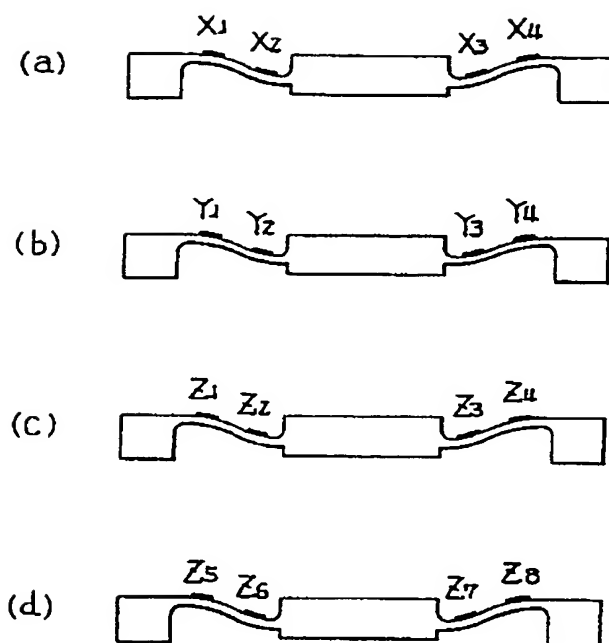
第 11 図



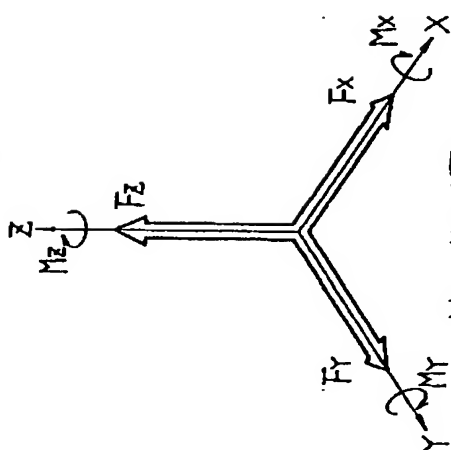
第 12 図



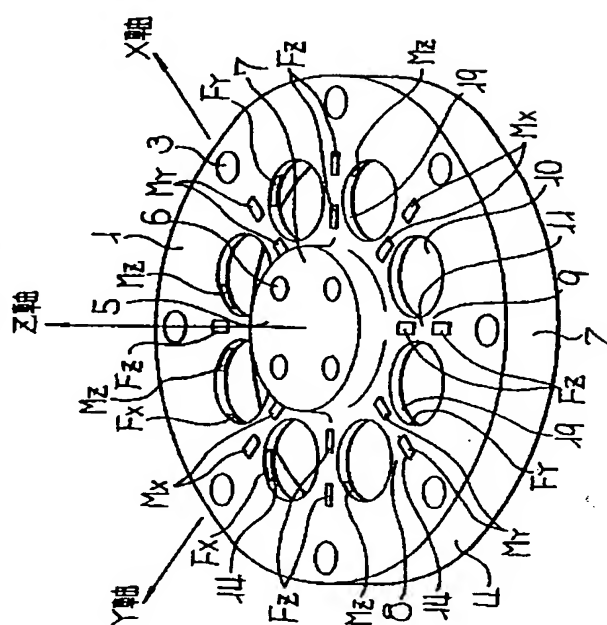
第 13 図



第 14 図



第 15 図



特開昭63-21530(11)

手 続 補 正 書 (自発)

昭和61年 9月 1日

特許庁長官 堀 田 明 雄 殿



1. 事件の表示

特願昭61-166391号

2. 発明の名称

力 検 出 装 置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

名 称 674 株式会社 リ コ ヒロシ
代表者 ハマダ

4. 代 理 人

〒107

住 所 東京都港区南青山5丁目9番15号

共同ビル(新青山) 電話 409-4535

氏 名 7211 井理士 柏 木 明



5. 補正命令の日付

な し

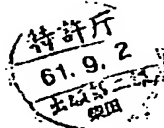
方式 特 許 庁 長 官 印

6. 補正の対象

明 細 書

7. 補正の内容

別紙のとおり



「以上で示した平板状超歪体の検出素子14は従来から使われてきた金属箔歪ゲージを用いることも可能であつた。超歪体の平板化の必要性は、歪センサの薄膜形成技術にとっても重要である。」

6. 第9頁第8行目の「SiN。」を「Si.N.」に補正する。

7. 第9頁第8行目の「a-Si:H膜」を「SiO_x膜」に補正する。

8. 第9頁第16行目の「μC-Si」を「μc-Si」に補正する。

9. 第10頁第15行目の「SiN。」を「Si.N.」に補正する。

特願昭61-166391号補正書

この出願に関し、明細書中の記載を下記のように補正する。

記

1. 第4頁第3行目の「多軸成分」を「多軸力成分」に補正する。

2. 第4頁第12行目乃至第17行目の文を削除する。

3. 第5頁第12行目の「もしくは射出成形」を削除する。

4. 第6頁第5行目の「支持部4とされている。」を「支持部4に連結されている。」に補正する。

5. 第9頁第1行目と第2行目との間に次の文を加入する。

10. 第11頁第1行目の「SiN。」を「Si.N.」に補正する。

11. 第13頁第12行目の「結合して感度を」を次のように補正する。

「結合して1枚のストレンゲージの場合と比較し感度を」

12. 第16頁第15行目の「M_x成分部に」を「M_x成分検出部に」に補正する。

13. 第17頁第15行目に次の文を加入する。

「ここではF_z成分検出に8個のストレンゲージを用いているが、X、Y軸またはX、Y軸と45°方向にある軸のひとつの軸方向で4個のストレンゲージを用いても検出は可能である。しかし、F_z以外の力(モーメント)の干渉を小さくするために本方式を採用した。」